

tum. *M. scrofulaceum*, *M. chelonae*, *M. avium* und *M. intracellulare* (zit. nach Šlosárek u.a., 1994).

In der Slowakei und in Rußland stieg die Tuberkulosemorbidity seit 1991 sogar wieder an (Tabelle 2). Im Ural, in West- und Ostsibirien sowie im Fernen Osten lagen im Jahre 1993 die durchschnittlichen Morbiditätswerte der Lungentuberkulose bei Menschen über dem Landesdurchschnitt von 39,5 Fällen auf 100 000 Einwohner (Moskva, 1994). So zum Beispiel betrug die Tb-Morbidity in Tuva 83,1 Fälle pro 100 000 Einwohner, in Primorje (Vladivostok) 71,3/100 000 E., im Chabarover Gebiet 63,3/100 000 E. und im Novosibirsker Gebiet 59,0 Fälle auf 100 000 Einwohner (Abbildung 1). Günstiger war die Situation im Murmansk, Archangelsker, Vologodsker und Stavropol'sker Gebiet sowie in Baškortostan. Hier lagen die Morbiditätswerte unter 30 Fällen/100 000 E. Eine hohe Erkrankungshäufigkeit wurde in einigen nördlichen Landesteilen der Jakutischen Republik beobachtet. Die Regionen des Hohen Nordens gehören hinsichtlich des vorherrschenden Klimas zu Extremgebieten. Typisch sind lange, raue Winter, kurze, kalte Sommer, ein verändertes Lichtregime (Polarnächte, Polartage), kräftige Winde, intensive magnetische Einflüsse, unbewohnte und eintönige Landschaften sowie eine artenarme Pflanzen- und Tierwelt (Avcyn u. Kenig, 1970). Neben geographischen und klimatischen Faktoren beeinflussen soziale Gegebenheiten das Krankheitsgeschehen der Tuberkulose. Mazina (1970) erwähnte, daß in der Jakutischen Republik schlechte Wohn- und Lebensbedingungen (die Unterbringung mehrerer Familien auf kleinem Raum), gesundheitswidrige Verhaltensweisen (Unterkühlungen) oder die ungenügende Gesundheitsbetreuung eine Verschlechterung der Immunitätslage besonders bei Kindern bewirkten und die Verbreitung der Tuberkulose förderten.

Literatur bei der Autorin.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. Silke Mitro, Otto-Behagel-Str. 10/D, 35394 Gießen.

Tierärztl. Umschau 52, 728-733 (1997)

Aus dem Veterinär-Physiologisch-Chemischen Institut der Universität Leipzig, der Hoffmann-La Roche AG Grenzach-Wyhlen und der Effem GmbH Verden

## Zum Bedarf an Vitaminen und an Ascorbinsäure beim Hund, mit Bemerkungen zur Publikation von M. Torel, TU 51, 785-790, 1996

von E. Kolb, J. Seehawer und K. Wiegand

(3 Tabellen, 33 Literaturangaben)

Kurztitel: Vitaminbedarf beim Hund

Stichworte: Vitamin A – Vitamin D<sub>3</sub> – Vitamin E – Vitamin K – B-Vitamine – Ascorbinsäure – Vitaminbedarf – Vitaminanwendung – Vitamin-Intoxikation

### Zusammenfassung

Für den Hund ist ein Zusatz an Vitamin A von 8000-12000 I.E. je kg Futter-TM empfehlenswert, der eine gute Funktionsfähigkeit des Immunsystems sichert. Wegen des Fehlens von 7-Dehydrocholesterol in den Zellen der Epidermis können Hunde und Katzen bei UV-Bestrahlung kein Vitamin D<sub>3</sub> bilden. Der Bedarf wird durch einen Zusatz von 800-1200 I.E./kg Futter-TM gedeckt. Eine gute Versorgung mit

Vitamin E (40-70 mg/kg) und mit Se (0,1 mg/kg) hemmt das Altern, insbesondere die Entwicklung von Arteriosklerose. B-Vitaminpräparate sind bei Anorexie über 10-14 Tage zu verabreichen. Bei vielen Erkrankungen ist der Verbrauch an Ascorbinsäure erhöht ohne daß die Biosynthese zunimmt. Zur Aktivierung des Immunsystems werden Präparate mit den Vitaminen A, D<sub>3</sub> und E sowie mit Ascorbinsäure angewendet.

### Abstract

Vitamin and ascorbic acid requirements of dogs

The provision of 8000-12000 IU vitamin A/kg food, dry matter (dm), is recommended to ensure an appropriate activity of the immune system of the dog. The absence of 7-dehydrocholesterol in the cells of the epidermis of dogs and cats means that vitamin D<sub>3</sub> is not produced by the influence of UV-light. This demand is provided by 800-1200 IU/kg dm. An adequate supply of vitamin E (40-70 mg/kg) and with Se (0.1 mg/kg) inhibits ageing, notably the development of arteriosclerosis. Preparation of B-vitamins should be provided after periods of anorexia for 10 to 14 days. In many diseases the utilisation of ascorbic acid increases, but the biosynthesis is not increased. Preparations containing vitamin A, D<sub>3</sub> and E together with ascorbic acid are indicated for the stimulation of the immune system.

### 1 Einleitung

Kürzlich hat Torel (1996) die Frage der Entstehung und Verhütung der Hüftgelenkdysplasie beim Hund diskutiert und dabei u.a. eine erhöhte Aufnahme der Vitamine A und D<sub>3</sub> als möglichen Hilfsfaktor für ihre Entstehung angesehen. Von diesem Autor werden verschiedene neuere ernährungsphysiologische Erkenntnisse zum Bedarf an Vitaminen beim Hund nicht berücksichtigt und überdies überholte Vorstellungen (z.B. die Eigensynthese von Vitamin D<sub>3</sub> in der Haut bei UV-Bestrahlung) vertreten, so daß eine Darstellung der tatsächlichen Verhältnisse des Bedarfs und der Bedeutung der Sicherung der Versorgung für die Erhaltung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Hunden zweckmäßig ist.

### 2 Zum Bedarf an Vitamin A

Von Torel (1996) wird »kritisch« bemerkt, daß auf dem Markt kaum noch Produkte vorkommen, die weniger als

15 000 I.E. Vitamin A je kg Futter enthalten. Als »schlechtes« Beispiel wird die Zusammensetzung eines Fertigfutters angeführt, das 18 000 I.E./kg enthält. Nach Meinung von Törel (1996) ist ein Gehalt an Vitamin A von 9 000 I.E./kg Futter ausreichend. Von der Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung (Behm et al., 1991) wird für Hundefutter ein Zusatz an Vitamin A in Höhe von 8 000 - 12 000 I.E./kg TM bzw. von Meyer (1990) - je nach Leistung - ein Gehalt von 8 000-24 000 I.E./kg TM empfohlen.

Bei der Bemessung des Bedarfs an Vitamin A ist zu berücksichtigen, daß dieser zum Erreichen einer optimalen Funktionsfähigkeit des Immunsystems höher als der für gutes Wachstum liegt. Das Vitamin A ist für alle Zelltypen dieses Systems notwendig (Lit. s. Kolb, 1995). Als Modell zum Nachweis der Bedeutung des Vitamins A für das Immunsystem wird besonders häufig das Küken verwendet. Von Sklan et al. (1994) wurde der Einfluß eines unterschiedlichen Gehalts an Vitamin A

(0,0833, 1,50, 3,33, 6,66 und 13,2 mg/kg) im Futter von Küken vom Schlupf an auf die Antikörperbildung untersucht. Am 21. Tag des Versuchs wurde als Antigen  $\beta$ -Casein (1 mg) mit Zusatz von zerkleinerten Zellen von Mycobacterium tuberculosis (2 mg/ml) in einem Volumen von 1 ml an mehreren Stellen verabreicht. Mit zunehmendem Gehalt an Vitamin A im Futter nahm die Antikörperbildung zu und erreichte bei einem solchen von 22 200 I.E./kg den höchsten Wert; bei dieser Zulage war auch die Proliferation von T-Lymphozyten bei Züchtung unter Zusatz von  $\beta$ -Casein oder von Antigen aus M. tuberculosis am größten. Bei einem anderen Versuch an Küken wurde der Einfluß einer ähnlichen Abstufung im Gehalt an Vitamin A im Futter (s. Tab. 1) auf die Proliferationsfähigkeit von T-Lymphozyten bei Inkubation mit  $\beta$ -Casein über 96 Stunden geprüft. Die größte Zellvermehrung lag bei einem Gehalt an Vitamin A im Futter von 22 000 I.E./kg (6,6 mg/kg) vor (Halevy et al., 1994). Aus diesem

Grund erscheint die Empfehlung für einen Zusatz von 8 000-12 000 I.E./kg Hundefutter-TM durchaus berechtigt. Aber auch gegen einen Zusatz von 18 000 I.E. an Vitamin A je kg TM zum Hundefutter bestehen unter Berücksichtigung der genannten Ergebnisse keine Bedenken. Die Meinung von Törel (1996), daß »durch einen Gehalt von 15 000 bis 18 000 I.E. je kg Futter eine Intoxikation ausgelöst werden könnte«, ist nämlich völlig unbegründet. Beim Hund und bei anderen Karnivoren findet bekanntlich der Transport von Vitamin A im Blutplasma in Form von Vitamin-A-Estern - von Vitamin-A-stearat und -palmitat - in Bindung in Lipoproteinen statt, ohne daß ein mäßig erhöhter Gehalt zu einer Schädigung führt (Schweigert, 1990; Schweigert u. Thomann, 1991). Hunde können bei Fütterung von Leber von Fischen, Wiederkäuern und Schweinen in Leber und Nieren große Mengen an Vitamin A und an Vitamin-A-Estern ohne Beeinflussung der Funktion dieser Organe anreichern. Nach Kronfeld (1989) wird

## NEU bei Albrecht: Cool fix® - Das neue Instant-Kühl- und Kompressions-System für Pferdebeine

Das Prinzip der Kälteanwendung bei Traumen verschiedenster Art ist so bekannt wie wirksam: Aufgrund der vasokonstriktori-schen Wirkung der Kälte wird eine Ödembildung verhindert und so die Weichteilschwellung begrenzt. So verkürzt sich die Heilungsperiode und auch die Linderung von Schmerzen wird unterstützt.

Noch wirkungsvoller ist die Kälteanwendung in Kombination mit einer Kompression oder mit Druckverbänden. Vor allem im Anschluß an jedes Training und jede Belastung. Die Kälteanwendung kann jedoch nur dann voll zur Wirkung kommen, wenn sie so zeitnah wie möglich zur Belastung oder zum Trauma erfolgt. Ein schnelles und anhaltendes

Handeln scheiterte bisher vielfach an der fehlenden Kühlmöglichkeit. Dieses Problem löst jetzt das neu entwickelte Cool fix Kühl- und



Kompressions-System effektiv und einsetzgerecht. Bei Cool fix ist keine Vorkühlung erforderlich: »Wie auf Knopfdruck« kühlt das Instant-Kälte-System ca. 1 Stunde lang auf 4 - 9° C. Die verbrauchte Kältemischung kann umweltfreundlich über das

Abwasser oder - mit 10 l Wasser verdünnt - auch als Rasendünger entsorgt werden. Der Folienbeutel trägt den grünen Punkt.

Zur Aufnahme der Instant-Kühlbeutel dienen 4 verschiedene anatomisch angepaßte und wiederverwendbare Kühl-Bandagen aus robustem Neopren. Sie sind auch einzeln erhältlich.

Turnier-Tierärzte und Pferdebesitzer werden dieses schnell und einfach zu handhabende System schnell zu schätzen lernen. Mit der »schnellen Kälte« im Praxiswagen von Tierarzt und Tierärztin gilt: Vorbeugen ist besser als heilen.

Weitere Informationen finden Sie im Cool fix-Infoblatt, welches wir Ihnen gerne zukommen lassen.



A. Albrecht • Veterinär-medizinische Erzeugnisse • 88323 Aulendorf • Tel. 0 75 25/ 20 50

Tabelle 1: Gehalt an Vitamin A und an Retinsäure in T-Lymphozyten von 3 Wochen alten Hühnchen sowie Größe des Einbaues von <sup>3</sup>H-Thymidin (in Bq) nach Stimulierung mit Antigen (β-Casein) im Verlaufe von 96 Stunden bei unterschiedlichem Gehalt des Futters an Vitamin A vom Schlupf an (Haley et al., 1994).

Gehalt im Futter in mg/kg	Gehalt in 10 <sup>6</sup> T-Zellen, in nmol Vitamin A	Retinsäure	Vermehrungs- größe, in Bq
0,00	0	0,80 ± 0,13	348 ± 48
0,83	0	0,90 ± 0,10	720 ± 94
1,50	0	0,93 ± 0,06	660 ± 81
3,30	0	1,41 ± 0,16	1310 ± 248
6,60	0,03 ± 0,01	1,82 ± 0,13	2036 ± 489
13,20	0,20 ± 0,04	2,21 ± 0,23	1309 ± 189

Tabelle 2: Gehalt an B-Vitaminen in einem Fertigfutter (Torel, 1996), empfohlener Zusatz zu Hundefutter (Behn et al., 1991) sowie Bedarf (Lewis et al., 1990), in mg/kg.

Gehalt im Futter	Empfohlener Zusatz	Bedarf
Vitamin B <sub>1</sub>	7,6	2-4
Vitamin B <sub>2</sub>	6,4	3-6
Vitamin B <sub>6</sub>	6,4	2-5
Niacinamid	61	20-25
Pantothensäure	31,9	4-6
Biotin	0,47	0,1-0,25
Folsäure	1,4	0,2-0,5
Vitamin B <sub>12</sub>	0,065	0,02-0,04

Tabelle 3: Gehalt an Vitaminen und an Ascorbinsäure im Blutplasma von Hunden unter physiologischen Verhältnissen, bei Mangel sowie bei einer Intoxikation.

	Physiologischer Gehalt	Bei Mangel	Bei Intoxikation
Vitamin A plus Ester, in mg/l	2-3	< 0,9	20 und mehr
25-Hydroxyvitamin D <sub>3</sub> , in µg/l	28-38	< 10	300-600
1,25-Dihydroxyvitamin D <sub>3</sub> , in ng/l	20-53	< 20	30-64
Vitamin E, in mg/l	5-24	< 3	
Vitamin B <sub>12</sub> , in µg/l	50-110	< 50	
Vitamin B <sub>6</sub> , in µg/l	200-400	< 40	
Ascorbinsäure, in mg/l	5-15	< 2	

ein Gehalt an Vitamin A im Hundefutter bis zu 36 600 I.E./kg TM toleriert; als optimal wird ein Gehalt von 5 800-10 800 I.E./kg TM beschrieben. Bei täglicher Aufnahme von 15 000-30 000 I.E./kg KM über 3 Monate tritt keine Störung auf (Meyer, 1990). Erst bei stark erhöhter Zufuhr von 90 mg Vitamin A je kg KM und Tag (= 300 000 I.E. je kg KM und Tag) über einen längeren Zeitraum werden Störungen der Funktion des Gehirns (in Form von Übererregbarkeit), Abnahme des Futterverzehrs, Haarausfall, Entkalkung der Knochen (mit Frakturen) sowie Abnahme des Gehalts an Thyroxin im Blutplasma festgestellt (Donoghue et al., 1987). Unter physiologischen Verhältnissen enthält das Blutplasma 0,3-1 mg Retinol, 0,8-1 mg Retinylstearat und 0,07 mg Retinylpalmitat je l. Bei Intoxikation liegen stark erhöhte Werte auf einen Gesamtgehalt an Vitamin A und an -Ethern von 20 mg/l und

mehr vor (Puls, 1994).

Mit steigendem Gehalt an Vitamin A im Futter nimmt in den Leukozyten die Bildung der biologisch aktiven Formen – der Retinsäuren – zu; bei dem genannten Versuch von Haley et al. (1994) wurde bei einem solchen von 22 000 I.E./kg eine Menge von 1,82 ± 0,13 nmol Retinsäure je 10<sup>6</sup> T-Zellen erreicht. Bei einer Zulage an Vitamin A von 44 000 I.E./kg nahm der Gehalt an Retinsäure in den T-Zellen weiter zu, die Vermehrungsfähigkeit verminderte sich jedoch beträchtlich (Tab. 1). Eine Zulage an Vitamin A von mehr als 22 000 I.E./kg ist daher nicht empfehlenswert. Der Bedarf für wachsende Hunde wird vom Nationalen Forschungsrat der USA (NRC) mit 202 und für adulte Hunde mit 75 I.E./kg KM angegeben (NRC, 1985). Bei Analysen von Fertigfutter für Hunde in Dosen wurde bei 8% der Produkte ein geringerer Gehalt an Vitamin A – als vom

NRC gefordert – festgestellt (Heaney, 1990). Bei der Produktion und Lagerung von Trockenfuttermitteln kann der Gehalt um bis zu 35% abnehmen (Hilton, 1989).

Die Sicherung der Versorgung mit Vitaminen erfordert besonders bei kranken Hunden Aufmerksamkeit, bei denen der Verbrauch erhöht und die Aufnahme mit der Nahrung häufig vermindert ist. Durch Verabreichung von Kombinationspräparaten mit den Vitaminen A, D<sub>3</sub> und E sowie mit Ascorbinsäure wird das Immunsystem aktiviert und die Heilung gefördert.

### 3 Zum Bedarf an Vitamin D

Zur Frage des Bedarfs vertritt Torel (1996) die Meinung, »das Vitamin D<sub>3</sub> wird beim Hund bei UV-Bestrahlung aus Ergosterin (?) und Cholesterol in den äußersten Schichten der Haut selbst synthetisiert«. Tatsächlich können Hunde und Katzen in der Haut kein Vitamin D<sub>3</sub> bilden und entwickeln bei vitamin-D-freier Ernährung und UV-Bestrahlung Rachitis. Die UV-Bestrahlung von Hunden – bei der Torel (1996) Zurückhaltung empfiehlt – ist daher völlig zwecklos! Bei Untersuchung der Haut von Ratten belief sich der Gehalt an 7-Dehydrocholesterol auf 1900 ng je cm<sup>2</sup>, in der Haut von Hunden und Katzen war die Verbindung nicht nachweisbar (How et al., 1994). Auf die fehlende Bildung von Vitamin D<sub>3</sub> beim Hund weist auch Meyer (1990) hin. Übrigens hatten bereits Wheatley und Sher (1961) das Fehlen von 7-Dehydrocholesterol in den Lipiden der Haut von Hunden festgestellt.

Bei Jungkatzen hatte der Verzehr eines vitamin-D-freien Futters bei UV-Bestrahlung über 6 Stunden je Tag eine ebenso schnelle Abnahme im Gehalt des Blutplasmas an 25-Hydroxyvitamin D<sub>3</sub> – des ersten Aktivierungsmoleküls des Vitamins D<sub>3</sub> – wie bei Katzen ohne Bestrahlung zur Folge. Bei Verabreichung eines Hemmstoffs der 7-Dehydrocholesterol-Reduktase erfolgte die Abnahme des Gehalts langsamer. Der fehlende Gehalt an 7-Dehydrocholesterol in der Haut von Hunden und Katzen ist daher die Ursache der nicht vorhandenen Eigensynthese von Vitamin D<sub>3</sub> (Morris et al., 1994).

Einen Gehalt des Hundefutters von 1800 I.E. an Vitamin D<sub>3</sub> hält Torel

(1996) für erhöht. Von der AG für Wirkstoffe in der Tierernährung (Rehm *et al.*, 1991) wird ein Zusatz von 800-1200 I.E./kg TM Hundefutter bzw. von Meyer (1990) ein Gehalt von 800-1000 I.E./kg TM empfohlen. Torcl (1996) hält einen Gehalt von 1000 I.E./kg Futter als ausreichend. Gegen eine Zulage von 1800 I.E./kg TM bestehen aber nach dem Ergebnis des nachfolgend aufgeführten Versuchs keinerlei Einwände. Bei diesem Versuch führte eine Zulage von Vitamin D<sub>3</sub> in einer Menge von 2420 I.E./kg (60,5 µg/kg) bei Fütterung von Deutschen Schäferhunden sowie von Pointern mit einer üblichen Ration aus Fleisch, Soja, Reis und Knochenmehl – bei einem Gehalt an Ca von 1,4 und an P von 1% – zu keiner Beeinflussung des Wachstums, der Skelettentwicklung und der Futteraufnahme; im Vergleich zu den Kontrollhunden ohne Zulage waren der Gehalt an Ca und an Phosphat im Blutplasma, die Aktivität der alkalischen Phosphatase des Blutplasmas sowie der Gehalt an Hydroxyprolin im Harn

gleich groß. Mit dem Grundfutter wurde dabei offenbar genügend Vitamin D<sub>3</sub> aufgenommen. Diese und andere Befunde zeigen, daß der Bedarf des Hundes an Vitamin D bei ausreichendem Gehalt des Futters an Ca und an Phosphat und bei einem physiologischen Ca:P-Verhältnis für das Wachstum relativ niedrig liegt (Keely, 1991). Da der Gehalt an Ca und an Phosphat im Futter gewissen Schwankungen unterworfen ist, so ist ein Zusatz von 800-1200 I.E./kg Hundefutter in jedem Falle empfehlenswert. Aus Versuchen an Menschen und an Versuchstieren ist übrigens ersichtlich, daß das Vitamin D in der aktivierten Form – als 1,25-Dihydroxyvitamin D – für die Funktionsfähigkeit des Immunsystems (Lit. s. Kolb, 1995) und der Fortpflanzungsorgane (Lit. s. Kolb, 1997) notwendig ist. Mangelnde Bildung von 1,25-Dihydroxyvitamin fördert z.B. das Angehen und die Ausbreitung einer Tuberkuloseinfektion; die Spermienbildung vermindert sich. Als gefährlich für den Hund sieht Torcl

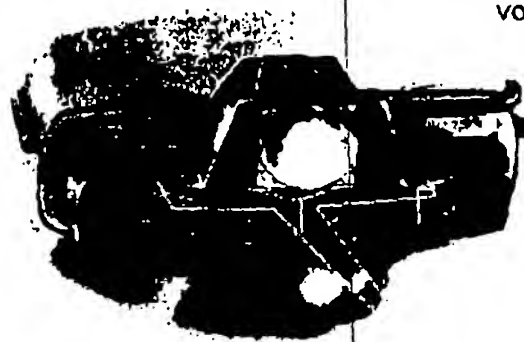
(1996) die »extrem vitaminisierte Welpenmilch« an, und er schreibt »cave Welpenmilch«, in Anlehnung an die Warnung an Häusern im alten Rom »cave canem«, wenn ein Wachhund im Gelände war. Da die Welpen mit sehr niedrigem Gehalt an den Vitaminen A, D<sub>3</sub> und E geboren werden, so ist ein hoher Gehalt im Kolostrum und in der Milch bzw. in Milchersatzpräparaten notwendig! In zweckmäßiger Weise enthalten z.B. die Milchersatzpräparate für Welpen der Firma Tiernahrung, Blaufen, Mengen an Vitamin A von 15000 I.E., an Vitamin D<sub>3</sub> von 1200-1500 I.E. und an 150 mg Vitamin E je kg TM!

Der Bedarf an Vitamin D beim wachsenden Hund wird mit 22 I.E. (0,55 µg) je KM und Tag angegeben. Für therapeutische Zwecke wird die Applikation von 2000 I.E./kg KM empfohlen. Bei Welpen tritt auch nach Verabreichung von 2000 I.E./kg KM keine Schädigung auf. Eine Intoxikation wurde bei Welpen bei Aufnahme eines Milchersatzpräparats mit einem Gehalt an Vit-

## NEU bei Albrecht: Lumi-View® Das erste Binokular-Mikroskop zum Aufsetzen

Mit Lumi-View bleiben die Hände frei: Es wird wie eine Brille oder mit Kopfband aufgesetzt. Das „Mikroskop, das mitgeht“, hat eine binokulare Konstruktion und ermöglicht eine dreidimensionale stereoskopische Sicht. Selbst enge Körperöffnungen können so eingesehen werden. Diagnose ist eben Einsichtssache. Lumi-View ist auf sämtliche Augenabstände anpaßbar und sorgt durch sein geringes Gewicht von etwa 80 Gramm für einen optimalen Tragekomfort. Eine 3,6 V Halogenlichtquelle erzeugt weißes Licht mit hoher Tiefenschärfe. Das Bild wird 1,5fach vergrößert.

Lumi-View® erleichtert beispielsweise Gehörgangsuntersuchungen und die Entfernung



Die Abbildung zeigt das enge Beeinanderliegen von Lichtquelle und Optik für das rechte und das linke Auge.

von Fremdkörpern, Vaginoskopie und Katheterisierung von Hündinnen, Untersuchungen von Mundhöhle und Gebiß sowie präzise Zahnbehandlungen auch bei Kaninchen und kleinen Nagetieren.

Weitere Infos finden Sie in den „Welch-Allyn“-Unterlagen, die wir Ihnen gerne zusenden.



A. Albrecht • Veterinär-medizinische Erzeugnisse • 88323 Aulendorf • Tel. 0 75 25/ 20 50



amin D<sub>3</sub> von  $3,45 \times 10^6$  I.E./kg ermittelt: sie ging mit Störungen der Entwicklung des Skeletts und der Nierenfunktion (durch Verkalkung) einher (Kamphues et al., 1990). Bei Aufnahme von etwa 60 000 bis 120 000 I.E. an Vitamin D<sub>3</sub> je kg KM tritt bei Hunden eine akute Vergiftung mit Erbrechen und Anorexie auf (Garlock et al., 1991).

Zum Nachweis der Versorgungslage mit Vitamin D<sub>3</sub> wird der Gehalt an 25-Hydroxyvitamin D<sub>3</sub> im Blutplasma verwendet. Werte von weniger als 10 ng/ml zeigen einen Mangel, von 28-38 ng/ml eine ausreichende Versorgung und solche von 300-640 ng/ml eine Intoxikation an (Puls, 1994). Der Gehalt an dem biologisch besonders stark wirksamen 1,25-Dihydroxyvitamin D im Blutplasma ist bei Mangel kleiner als 20 pg/ml (Hazewinkel u. Schoenmakers, 1995). Vom nationalen Forschungsrat der USA wird der Bedarf an Vitamin D für wachsende Hunde mit 22 und für adulte Hunde mit 8 I.E./kg KM angegeben; der Minimalbedarf im Futter für wachsende Hunde beläuft sich auf 400 I.E./kg TM (Kronfeld, 1989).

#### 4 Zum Bedarf an Vitamin E

In dem von Torel (1996) angeführten »schlechten« Beispiel der Zusammensetzung eines Hundefutters beläuft sich der Gehalt an Vitamin E auf 150 mg/kg; dazu wird bemerkt, daß das Vitamin E in Hundefuttermitteln »eigentlich unterschwellig dosiert ist«. Von der AG für Wirkstoffe in der Tierernährung (Behm et al., 1991) wird ein Zusatz von 40-70 mg Vitamin E je kg Hundefutter-TM empfohlen. Von Lewis et al. (1990) wird der Bedarf mit 50 mg/kg Futter und von Meyer (1990) mit 80-100 mg/kg Trockenfutter angegeben ist. Bei Verzehr von Fleisch und von Fleischprodukten ohne Zulage ist die Versorgung mittelmäßig; Rindfleisch enthält etwa 4 bis 5 und Rinderleber 6-8 mg/kg. Größere Mengen sind in grünem Gemüse enthalten. Die Sicherung der Versorgung mit antioxidativ wirksamen Vitaminen und mit Se ist für die Verhütung von Altersvorgängen von Bedeutung. Das Se ist für die Bildung der Glutathionperoxidase (GPx) und anderer Se-haltiger Proteine notwendig. Vitamin E und GPx hem-

men in Lipoproteinen und im Bereich arteriosklerotischer Herde in den Arterien die Bildung von Peroxidverbindungen aus ungesättigten Fettsäuren und damit Entwicklung und das Fortschreiten der degenerativen Veränderungen. Für einen Hund mit etwa 15 kg KM wird die tägliche Aufnahme von 4,5 mg  $\beta$ -Carotin, von 80 I.E. Vitamin E und von 50 mg Ascorbinsäure empfohlen (Moser, 1994).

Eine gute Versorgung mit Vitamin E ist für die Funktionsfähigkeit der Herz- und Skelettmuskulatur, des Immunsystems und der Fortpflanzungsorgane von Bedeutung. Es hemmt die Ausbildung der Arteriosklerose, die durch fettreiche Fütterung gefördert wird. Bei ausreichender Versorgung beläuft sich der Gehalt im Blutplasma auf 5 bis 24 mg/l. Werte von weniger als 4 mg/l zeigen einen Mangel an und werden besonders bei Störungen der Verdauung und der Resorption ermittelt (Puls, 1994).

Bei Verabreichung eines Futters mit einem Gehalt an Vitamin E von nur 1 mg/kg und an Se von 0,01 mg/kg an 5 bis 8 Wochen alte Hunde bildete sich nach etwa 6 Wochen eine Muskeldystrophie aus. Weitere Symptome waren degenerative Veränderungen an den glatten Muskelfasern, an Nervenzellen und an der Retina (Vleet, 1975).

#### 5 Zum Bedarf an Vitamin K

In dem von Torel (1996) angeführten Beispiel der Zusammensetzung eines industriell hergestellten Hundefutters ist ein Zusatz an Vitamin K<sub>1</sub> (Menadiolbisulfit) von 2 mg/kg angegeben. Von der AG für Wirkstoffe in der Tierernährung wird eine Zugabe von 0,5-1 mg/kg empfohlen (Behm et al., 1991). Mangel an Vitamin K tritt beim Hund bei Störung der Verdauung (mangelnde Sekretion von Galle, Pankreatitis, Pankreasatrophie) und der Resorption (bei Enteropathie) auf. Gute Quellen für Vitamin K sind Leber, Fischmehl und Grüngemüse (Meyer, 1990). Bei Welpen beläuft sich der Bedarf auf 5-15 und bei adulten Hunden auf 0,5  $\mu$ g/kg KM und Tag (Quick, 1962).

#### 6 Zum Bedarf an B-Vitaminen

Die B-Vitamine sind nach Auffassung von Torel (1996) im Hundefertigfutter »unterschwellig« dosiert. Der von dem

Autor für ein Fertigfutter angegebene Gehalt, der von der AG für Wirkstoffe in der Tierernährung (Behm et al., 1991) empfohlene Zusatz sowie der von Lewis et al. (1990) angegebene Bedarf sind in Tabelle 2 aufgeführt. Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, daß das von Torel (1996) in seiner Zusammensetzung angeführte Hundefutter weit über den Bedarf liegende Mengen an B-Vitaminen enthält. Dies wirkt sich günstig auf die körperliche Leistungsfähigkeit, auf die Stoffwechselregulation und auf die Anpassungsfähigkeit aus.

Bei mit Unterbrechung der Futteraufnahme einhergehenden Krankheiten (Infektionskrankheiten) sowie bei Störungen der Verdauung und Resorption reichen die Speicher an B-Vitaminen nur zur Deckung des Bedarfs für etwa 10 bis 14 Tage aus. In solchen Fällen ist die Anwendung eines Injektionspräparates mit solchen empfehlenswert. Bei einer Infektion findet unter dem Einfluß der verstärkten Bildung verschiedener Interleukine vorübergehend eine starke Zunahme der Bildung von Monozyten und Makrophagen, von Granulozyten und von T- und B-Lymphozyten statt, für die eine ausreichende Bereitstellung von vitamin-B-haltigen Koenzymen notwendig ist. Bei Mangel an B-Vitaminen ist die Reaktionsfähigkeit des Immunsystems bzw. die Bildung von Antikörpern eingeschränkt (Lit. s. Kolb, 1996). Bei Hunden mit Leberkrankheiten empfiehlt sich die Zufuhr der doppelten Menge des Bedarfs an B-Vitaminen von gesunden Hunden.

#### 7 Zum Bedarf an Ascorbinsäure

Mit Recht stellt Torel (1996) fest, daß die Ascorbinsäure für den Stoffwechsel des Hundes von immenser Bedeutung ist. Neuere Arbeiten zur Verwertung (Kolb et al., 1993) und zum Gehalt (Kuba et al., 1995) fehlen allerdings im Literaturverzeichnis.

Gesunde Hunde ohne besondere Belastung und ohne Gendefekt haben in der Regel eine ausreichend große Eigensynthese an Ascorbinsäure in der Leber. Die Ausbildung der Enzyme zur Synthese und zum Abbau der Ascorbinsäure ist genetisch festgelegt. Zahlreiche Berichte im Schrifttum deuten darauf hin, daß beim Hund Gendefekte vorkommen, die zu einer verminderten

